

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-265941

(43)Date of publication of application : 17.10.1995

(51)Int.Cl.

B21C 37/08  
B23K 26/00

(21)Application number : 06-060911

(71)Applicant : NISSHIN STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 30.03.1994

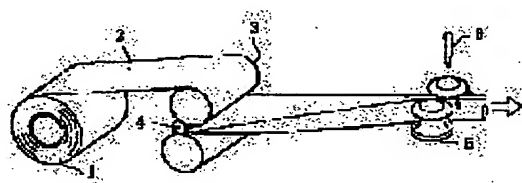
(72)Inventor : ASADA HIROSHI  
SOGA SATOSHI  
INOUE SHOJI

## (54) MANUFACTURE OF WELDED TUBE EXCELLENT IN WORKABILITY BY ROLLESS TUBE MANUFACTURING METHOD

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a welded tube excellent in workability where no crack is generated in the weld zone during the working by the rollless tube manufacturing method.

**CONSTITUTION:** When both end parts in the width direction of a metal strip 2 formed by the rollless tube manufacturing method is butt-welded by the laser beam welding, the relationship  $HVS=f(r/t)$  between the ratio  $r/t$  and the hardness of the base metal HVS, and the relationship  $HVW=g(P/V)$  between the ratio  $P/V$  and the hardness HVW of the weld zone are satisfied where  $r$  (mm) is the radius of a bending roll 4,  $(t)$ (mm) is the thickness of the metal strip 2,  $P$ (kW) is the output of a laser beam welding equipment, and  $V$ (m/minute) is the tube manufacturing speed. The radius  $(r)$  and thickness  $(t)$  are determined so that the ratio  $r/t$  may be kept in the range of 12-40, and the ratio  $PN$  is determined so that the difference  $\Delta HV=(HVW-HVS)$  between the hardness HVS of the base metal of the obtained welded tube and the hardness HVW of the weld zone may be 10-80.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-265941

(43) 公開日 平成7年(1995)10月17日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 1 C 37/08	A			
	C			
B 2 3 K 26/00	3 1 0	J		

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-60911

(22) 出願日 平成6年(1994)3月30日

(71) 出願人 000004581

日新製鋼株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目4番1号

(72) 発明者 朝田 博

兵庫県尼崎市鶴町1番地 日新製鋼株式会社加工技術研究所内

(72) 発明者 曾我 聡

兵庫県尼崎市鶴町1番地 日新製鋼株式会社加工技術研究所内

(72) 発明者 井上 正二

兵庫県尼崎市鶴町1番地 日新製鋼株式会社加工技術研究所内

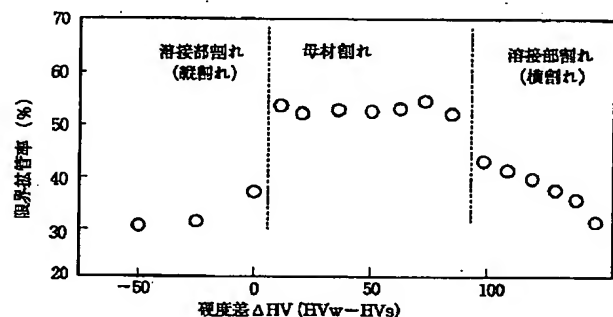
(74) 代理人 弁理士 小倉 亘

(54) 【発明の名称】 ロールレス造管法による加工性に優れた溶接管の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 加工時に溶接部に割れが発生することがない加工性の良好な溶接管をロールレス造管法で得る。

【構成】 ロールレス造管法で成形した金属ストリップの幅方向両端部をレーザ溶接で突合せ溶接する際、曲げロールの半径を $r$  (mm)、金属ストリップの板厚を $t$  (mm)、レーザ溶接機の出力を $P$  (kW) 及び造管速度を $V$  (m/分) とし、比 $r/t$ と母材硬さ $HVs$ との関係を $HVs = f(r/t)$ で、比 $P/V$ と溶接部の硬さ $HVr$ の関係を $HVr = g(P/V)$ で表すとき、 $r/t$ が12~40の範囲に維持されるように半径 $r$ 及び板厚 $t$ を決定し、得られた溶接管の母材の硬さ $HVs$ 及び溶接部の硬さ $HVr$ の差 $\Delta HV (=HVr - HVs)$ が10~80となるように $P/V$ を決定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 曲げロールを使用して曲げ及び曲げ戻しにより板幅方向に一樣な残留応力を金属ストリップに付与した後、金属ストリップを幅方向にカールさせて円筒状に成形し、幅方向両端部をレーザー溶接で突合せ溶接する際、曲げロールの半径を $r$  (mm)、金属ストリップの板厚を $t$  (mm)、レーザー溶接機の出力を $P$  (kW)及び造管速度を $V$  (m/分)とし、比 $r/t$ と母材硬さ $HVs$ との関係を $HVs = f(r/t)$ で、比 $P/V$ と溶接部の硬さ $HVr$ の関係を $HVr = g(P/V)$ で表すとき、 $r/t$ が12~40の範囲に維持されるように半径 $r$ 及び板厚 $t$ を決定し、得られる溶接管の母材硬さ $HVs$ 及び溶接部硬さ $HVr$ の差 $\Delta HV (=HVr - HVs)$ が10~80となるように比 $P/V$ を決定することを特徴とするロールレス造管法による加工性に優れた溶接管の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高度の加工を施しても溶接部が破断しない溶接管をロールレス造管法で製造する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ロールレス造管法では、幅方向に一樣な曲げ及び曲げ戻しによって残留応力を付与した金属ストリップを幅方向にカールさせ、幅方向両端部を突合せ溶接することにより溶接管を製造する。この造管法は、従来の成形ロールを使用した造管法に比較してロールが極めて少ないことから、ロールの組替えにかかる作業が軽減され、保守・点検が容易となる。また、突合せ位置における幅方向両端部の安定性が優れており、安定条件下での溶接が可能となる。ロールレス造管法は、本発明者等が特開昭62-176611号公報で基本的な提案をしたものであり、その後も実用化に向けて種々の改良を検討している。たとえば、特開平2-75418号公報では、一對の大径ロール及びこの間に曲げロールを配置した予変形部を提案した。ロールレス造管法は、従来の成形ロールを使用した造管法に比較して、特に薄肉溶接管の製造に適している。また、造管速度をあげるため、レーザー溶接が採用されるようになってきている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】溶接管は、用途に応じて適宜の形状に成形されて製品となる。たとえば、振動や衝撃が加わるような形態で使用される用途では、伸縮性や可撓性等を溶接管に持たせるため、バルジ加工等の加工が施される。しかし、このような高度の加工を施すと、母材部に比較して硬質の溶接部に破断や亀裂が発生する場合がある。溶接部の破断は、溶接部が母材部に比較して硬く且つ脆い組織となっていることに起因し、製造方法の如何を問わず溶接管に共通する問題である。しかし、ロールレス造管法では、母材部が曲げ・曲げ戻し

の加工を受けていることから、通常の溶接管と異なった破断傾向を示す。本発明は、このロールレス造管法で製造した溶接管の特性に着目し、母材部及び溶接部の硬度バランスを図ることにより、高度の加工を施しても溶接部に亀裂、破断等が生じることがない溶接管を得ることを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の溶接管製造方法は、その目的を達成するため、曲げロールを使用して曲げ及び曲げ戻しにより板幅方向に一樣な残留応力を金属ストリップに付与した後、金属ストリップを幅方向にカールさせて円筒状に成形し、幅方向両端部をレーザー溶接で突合せ溶接する際、曲げロールの半径を $r$  (mm)、金属ストリップの板厚を $t$  (mm)、レーザー溶接機の出力を $P$  (kW)及び造管速度を $V$  (m/分)とし、比 $r/t$ と母材硬さ $HVs$ との関係を $HVs = f(r/t)$ で、比 $P/V$ と溶接部の硬さ $HVr$ の関係を $HVr = g(P/V)$ で表すとき、 $r/t$ が12~40の範囲に維持されるように半径 $r$ 及び板厚 $t$ を決定し、得られる溶接管の母材硬さ $HVs$ 及び溶接部硬さ $HVr$ の差 $\Delta HV (=HVr - HVs)$ が10~80となるように比 $P/V$ を決定することを特徴とする。ロールレス造管法では、図1に示すようにアンコイラ1から送り出された金属ストリップ2を曲げ装置3に通板し、曲げロール4で曲げ・曲げ戻しを施し、幅方向に一樣な残留応力を金属ストリップ2に付与する。金属ストリップ2は、曲げ装置3及びスクイズロール5により長手方向の変形が拘束されているので、残留応力によって幅方向にカールする。カールした金属ストリップ2の円筒形状をスクイズロール5で保持し、溶接トーチ6で幅方向両端部を突合せ溶接する。

【0005】曲げ装置3を通過した金属ストリップ3は、曲げ・曲げ戻しにより硬質化されるが、曲げロール4の径に応じて硬度の上昇率が異なる。小径の曲げロール4を使用するとき、曲げ・曲げ戻し時に金属ストリップ2が大きく塑性変形し、それに伴う加工硬化が大きくなる。逆に、大径の曲げロール4では、金属ストリップ2の塑性変形量が少ないことから、加工硬化も小さくなる。曲げロール4の径が金属ストリップ2の加工硬化に与える影響は、金属ストリップの板厚を取り込んだ関係式で定量化できる。曲げロール4の半径を $r$  (mm)とし、金属ストリップ2の板厚を $t$  (mm)とすると、比 $r/t$ を特定範囲に維持することにより、溶接部の硬度に対してバランスのとれた母材部の硬度に調整できることが実験的に確認された。ここで、母材硬さ $HVs$ は、図2で定性的に示すように、比 $r/t$ を変数とした関数 $f(r/t)$ で近似できる。しかし、比 $r/t$ が12未満では、曲げ・曲げ戻し時の塑性変形量、ひいては硬度上昇が大きくなりすぎ、母材部の加工性が低下する。場合によっては、溶接部よりも高い硬度をもつ母材

部となることもある。逆に、比 $r/t$ が40を超えて大きくなると、板幅方向に関するカールが小さい。そのため、スクイズロール5で金属ストリップ2の板幅方向両端部を突き合わせたとき、エッジに座屈が生じ易く、成形が不安定になる。このようなことから、実際の操業では、加工硬化を抑制するため、成形に問題がない12~40の範囲で大きな値の比 $r/t$ が選定される。

【0006】他方、溶接部は、入熱に応じて熱履歴が異なる。大きな入熱量の溶接部は、冷却速度が遅いため、硬度の上昇が小さい。逆に、入熱量が小さい溶接部では、冷却速度が速いことから硬度の上昇が大きくなる。このことから、レーザ溶接機の出力を $P$  (kW) に対する造管速度を $V$  (m/分) の比で表される入熱 $P/V$ を変数として、図2で定性的に示すように、溶接部の硬度 $HV_1$ を $HV_1 = g(P/V)$ で近似できる。したがって、成形性を阻害しない範囲で、まず比 $r/t$ の大きさを設定する(①)。設定された比 $r/t$ に応じて、母材の硬さを予測する(②)。この予測硬さを $HV_2 = g(P/V)$ の関係に当て嵌め、溶接部と母材部との硬度差が10~80の範囲にある領域を求める(③)。次いで、この領域から実際の入熱に対応するレーザ溶接機の出力 $P$ 及び造管速度 $V$ を定める(④)。その結果、母材部と溶接部との硬度差にバランスを採ることができ、バルジ加工等の高度の加工を施しても、溶接部における亀裂、破断等の発生を抑制した溶接管が得られる。なお、曲げロール4は、使用する金属ストリップ2の板厚 $t$ にもよるが、通常0.1~0.8mmの板厚を持つストリップに対しては6~20mmの半径 $r$ をもつ曲げロール4が使用される。また、溶接機の出力 $P$ は0.5~10kW、造管速度 $V$ は1~30m/分の範囲で適宜選定される。

#### 【0007】

【実施例】板厚0.5mm及び板幅151.4mmの低C-18Cr-0.5Nb-0.5Cuステンレス鋼板を金属ストリップ2として使用し、ロールレス造管法により直径48.6mmの溶接管を製造した。種々の半径 $r$ をもつ曲げロール4を組み込んだ曲げ装置3で金属ストリップ2に曲げ・曲げ戻し加工を施した後、金属ストリップ2の機械的性質を調査した。調査結果を示す図3にみられるように、板厚 $t$ に対する曲げロール4の半径 $r$ の比率が大きくなるに従って、降伏点 $YS$ が下降している。製造する溶接管の半径を $R$ 、曲げロール4を通過した金属ストリップ2の板幅方向に関するカールの曲率半径を $R_0$ として表した半径比 $R_0/R$ も、比率 $r/t$ の上昇に従って低下している。他方、伸び $El$ は、逆に比率 $r/t$ が大きくなるに従って大きな値を示す。このことから、板厚 $t$ に比較して小径の曲げロール4を使用して曲げ・曲げ戻し加工を施すと、金属ストリップ2が大きく塑性変形し、加工硬化が進行していることが判る。

【0008】曲げ・曲げ戻し加工後に円筒状に成形した金属ストリップ2を、出力3.5kWのレーザ溶接機で突合せ溶接した。溶接速度、すなわち造管速度 $V$ を種々変更し、母材及び溶接部の硬度に与える入熱の影響を調査した。調査結果を示す図4にみられるように、造管速度 $V$ が遅いものほど入熱が多く、溶接部の硬度上昇の程度が小さかった。また、溶接部は、溶接電流65A及び溶接速度0.6m/分でTIG溶接した比較例に比べ、硬度が大きくビード幅が極めて狭い溶接部であった。曲げ・曲げ戻し加工による母材の硬度及びレーザ溶接による溶接部の硬度如何によっては、バルジ加工の際に溶接部からの破断が発生した。そこで、溶接部に破断がない条件を策定するため、比率 $r/t$ 及び入熱 $P/V$ が与える影響を次のように調査した。同じステンレス鋼板を使用して、図5にみられるように、比率 $r/t$ の調整によって異なる硬度を曲げ・曲げ戻し加工後のステンレス鋼に付与した。また、入熱 $P/V$ の調整により、図6に示すように溶接部の硬度を変化させた。

【0009】曲げ・曲げ戻し加工条件及び溶接条件を変えて製造した3種類の溶接管について、割れが発生するまでの拡張率でバルジ加工を施し、割れ発生状況及び限界拡張率を調査した。調査結果を示す図7にみられるように、比率 $r/t=10$ 及び入熱 $P/V=0.75$ で製造した溶接管(a)では、母材部に割れが発生したものの、限界拡張率が40%と小さかった。比率 $r/t=24$ 及び入熱 $P/V=1$ で製造した溶接管(b)では、母材部に割れが発生し、且つ限界拡張率も54%と高い値を示した。しかし、同じ比率 $r/t=24$ で曲げ・曲げ戻し加工を施して製造したものであっても、溶接時に多量の入熱 $P/V=1.75$ があった溶接管(c)では、限界拡張率が46%と低下し、溶接部割れが生じていた。

【0010】限界拡張率及び割れ発生箇所を溶接部及び母材部の硬度差で整理したところ、図8に示す明確な関係が成立していることが判明した。すなわち、溶接部の硬度 $HV_1$ と母材硬さ $HV_2$ との硬度差 $\Delta HV$ が10~80の範囲にあるとき、限界拡張率が50%以上の大きな値を示し、割れ発生箇所も母材部に特定されていた。これに対し、硬度差 $\Delta HV$ が80を超えると、限界拡張率が低下し、溶接部の靱性低下に起因した横割れが溶接部に発生した。また、10未満の硬度差 $\Delta HV$ では、限界拡張率が大きく低下し、円周方向の変形が溶接部に集中し、溶接部が延性的に破断する縦割れが発生した。以上の結果から、溶接部に割れが発生せず、加工性の良好な溶接管を得るためには、硬度差 $\Delta HV$ を10~80に維持する必要があることが判る。そして、成形性を阻害しない範囲で大きな値に設定された比 $r/t$ に応じて得られる母材硬さに比較して、溶接部の硬度が10~80だけ硬くなるように、出力 $P$ 、造管速度 $V$ 等の溶接条件を選定することにより、成形性に優れた溶接管が再現性

よく製造されることが確認された。

# 【0011】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明においては、ロールレス造管法で溶接管を製造する際、金属ストリップの板厚に対する曲げロールの半径の比率及びレーザー溶接時の入熱を調整することにより、高度の加工を施しても溶接部に割れが発生することがない加工性に優れた溶接管が得られる。この溶接管は、用途に応じた加工欠陥のない形状に加工されるため、種々の分野における配管、構造物等として使用される。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 ロールレス造管設備

【図2】  $HV_s = f(r/t)$  及び  $HV_t = g(P/V)$  の関係を定性的に表したグラフ

【図3】 曲げ・曲げ戻し加工された金属ストリップの機械的性質

【図4】 溶接管の硬度分布

\*

\* 【図5】 金属ストリップの板厚に対する曲げロールの半径の比率  $r/t$  が曲げ・曲げ戻し加工された金属ストリップの硬度に与える影響

【図6】 溶接時の入熱  $P/V$  が溶接部の硬度に与える影響

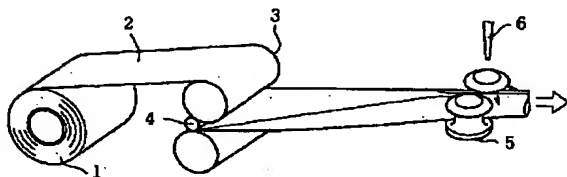
【図7】 比率  $r/t = 10$  及び入熱  $P/V = 0.75$  で得られた溶接管 (a),  $r/t = 24$  及び  $P/V = 1$  で得られた溶接管 (b) 及び  $r/t = 24$  及び  $P/V = 1.75$  で得られた溶接管 (c) の硬度分布

10 【図8】 溶接部と母材部の硬度差  $\Delta HV$  がバルジ加工の限界拡管率及び割れ発生箇所に与える影響

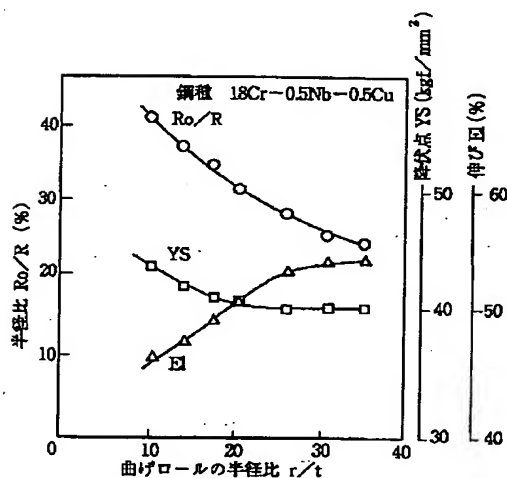
## 【符号の説明】

1: アンコイラー      2: 金属ストリップ      3: 曲げ装置  
4: 曲げロール      5: スクイズロール      6: 溶接トーチ

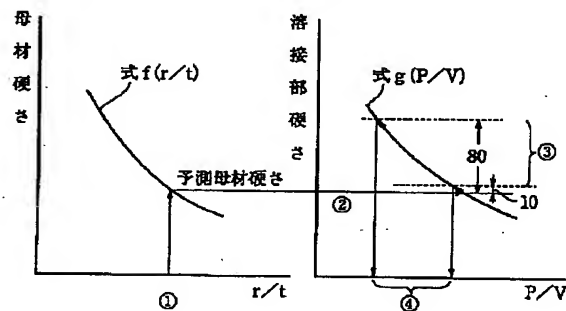
【図1】



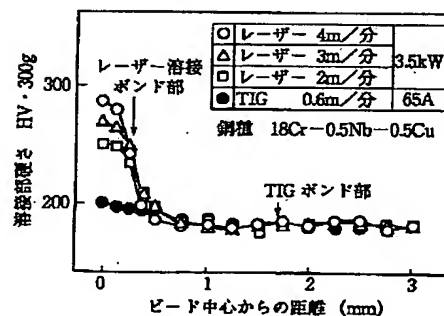
【図3】



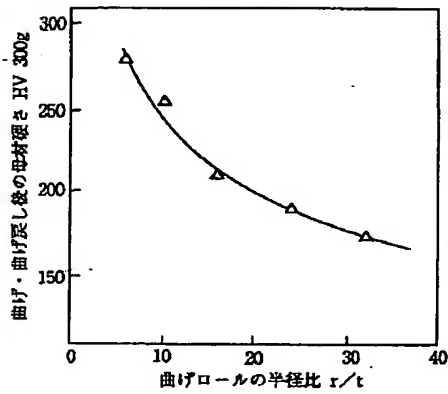
【図2】



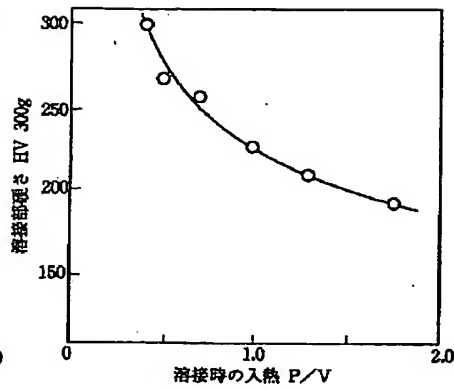
【図4】



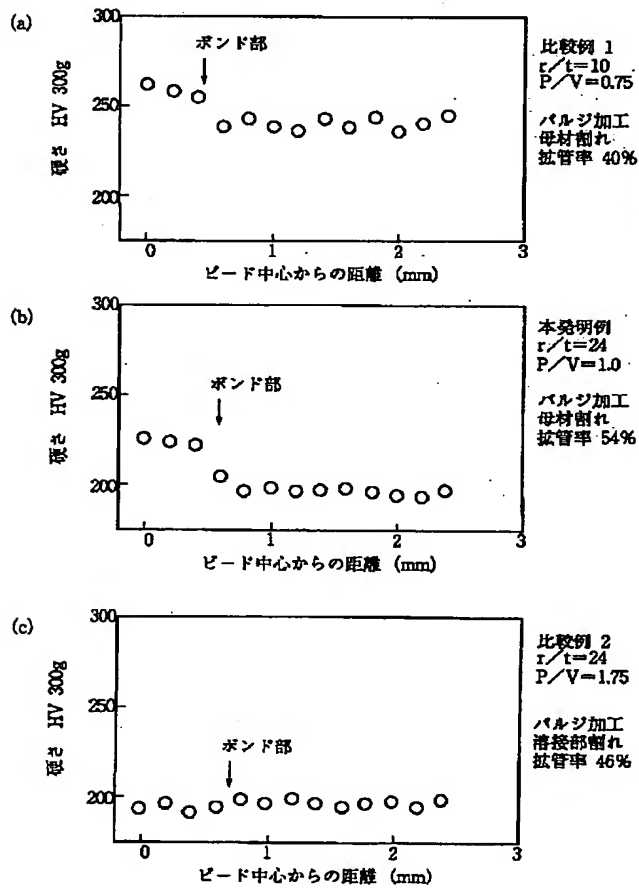
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

